

IB/05/00398



# Ministero delle Attività Produttive

*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*

*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*

*Ufficio G2*

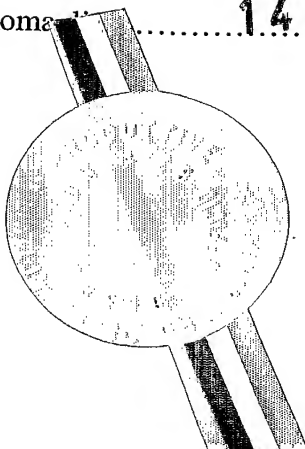
**Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:  
INVENZIONE INDUSTRIALE N. PI 2004 A 000008 ✓**



Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopra specificata, i cui dati risultano dall'accluso processo verbale di deposito.

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Roma ..... **14 MAR. 2005**



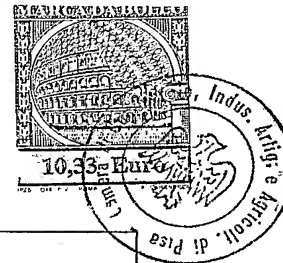
IL FUNZIONARIO

..... *Giampietro Carlotta* .....  
*Giampietro Carlotta*

# MODULO A (1/2)

AL MINISTERO DELLE ATTIVITA' PRODUTTIVE  
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI (U.I.B.M.)

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE N° 1 2004 A 0 0 0 0 0 8



## A. RICHIEDENTE/I

COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1	DARIO PAOLO		
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2	PF	COD. FISCALE PARTITA IVA	A3 DRA PLA 51L27 G687X
INDIRIZZO COMPLETO	A4	VIA CIMABUE N° 3 57100 LIVORNO (LI)		
COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1	ACCOTO DINO		
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2	PF	COD. FISCALE PARTITA IVA	A3 CCTDNI74E07A281I
INDIRIZZO COMPLETO	A4	VIA PROVINCIALE N° 248 73032 ANDRANO (LE)		

**B. RECAPITO OBBLIGATORIO IN MANCANZA DI MANDATARIO**  
B0 D (D = DOMICILIO ELETTIVO, R = RAPPRESENTANTE)

COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	B1	MENCIASSI ARIANNA
INDIRIZZO	B2	VIA LEOPARDI N° 6
CAP/ LOCALITÀ/PROVINCIA	B3	56025 PONTEDERA (PI)

**C. TITOLO**  
C1 Capsula Robotica per Applicazioni Biomediche Intracorporee



## D. INVENTORE/I DESIGNATO/I (DA INDICARE ANCHE SE L'INVENTORE COINCIDE CON IL RICHIEDENTE)

COGNOME E NOME	D1	DARIO PAOLO
NAZIONALITÀ	D2	ITALIANA
COGNOME E NOME	D1	ACCOTO DINO
NAZIONALITÀ	D2	ITALIANA
COGNOME E NOME	D1	GORINI SAMUELE
NAZIONALITÀ	D2	ITALIANA
COGNOME E NOME	D1	MENCIASSI ARIANNA
NAZIONALITÀ	D2	ITALIANA

<b>E. CLASSE PROPOSTA</b>	SEZIONE	E1	
	CLASSE	E2	
	SOTTOCLASSE	E3	
	GRUPPO	E4	
	SOTTOGRUPPO	E5	

## F. PRIORITA'

DERIVANTE DA PRECEDENTE DEPOSITO ESEGUITO ALL'ESTERO

STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		Tipo	F2	
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4	
STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		Tipo	F2	
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4	
<b>G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICROORGANISMI</b>	G1				
FIRMA DEL / DEI RICHIEDENTE / I					

# MODULO A (2/2)

## I. MANDATARIO DEL RICHIEDENTE PRESSO L'UIBM

LA/E SOTTOINDICATA/E PERSONA/E HA/HANNO ASSUNTO IL MANDATO A RAPPRESENTARE IL TITOLARE DELLA PRESENTE DOMANDA INNANZI ALL'UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI CON L'INCARICO DI EFFETTUARE TUTTI GLI ATTI AD ESSA CONNESSI (DPR 20.10.1998 N. 403).

NUMERO ISCRIZIONE ALBO E NOME;	II	
DENOMINAZIONE STUDIO	I2	
INDIRIZZO	I3	
CAP/ LOCALITÀ/PROVINCIA	I4	
L. ANNOTAZIONI SPECIALI	L1	

## M. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA O CON RISERVA DI PRESENTAZIONE

TIPO DOCUMENTO	N. ES. ALL.	N. ES. RIS.	N. PAG. PER ESEMPLARE
PROSPETTO A, DESCRIZ., RIVENDICAZ. (OBBLIGATORI 2 ESEMPLARI)	1		7
DISEGNI (OBBLIGATORI SE CITATI IN DESCRIZIONE, 2 ESEMPLARI)	1		3
DESIGNAZIONE D'INVENTORE	0		
DOCUMENTI DI PRIORITÀ CON TRADUZIONE IN ITALIANO	0		
AUTORIZZAZIONE O ATTO DI CESSIONE	0		

	(SI/NO)
LETTERA D'INCARICO	NO
PROCURA GENERALE	NO
RIFERIMENTO A PROCURA GENERALE	NO

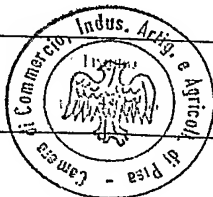
ATTESTATI DI VERSAMENTO	I	IMPORTO VERSATO ESPRESSO IN LETTERE
Foglio Aggiuntivo per i seguenti PARAGRAFI (BARRARE I PRESCELTI) DEL PRESENTE ATTO SI CHIEDE COPIA AUTENTICA? (SI/NO)	A x	CENTOSSESSANTADUE / 69
Si CONCEDE ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO? (SI/NO)	SI	D x F
DATA DI COMPILAZIONE	17 / 02 / 2004	

FIRMA DEL/DEI  
RICHIEDENTE/I

*[Firma]*

## VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA	PI 2004 A 0000008	
C.C.I.A.A. DI		Cod. [ ]
IN DATA	17 FEB. 2004	IL/I RICHIEDENTE/I SOPRAINDICATO/I HA/HANNO PRESENTATO A ME SOTTOSCRITTO
LA PRESENTE DOMANDA, CORREDATA DI N.	1	FOGLI AGGIUNTIVI, PER LA CONCESSIONE DEL BREVETTO SOPRA RIPORTATO.
N. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIALE ROGANTE		
DEPOSITANTE	UFFICIALE ROGANTE	



## FOGLIO AGGIUNTIVO MODULO A

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE N° **PI 2004 A 0000008**FOGLIO AGGIUNTIVO N. 

1
---

  
DI TOTALI: 

1
---

## A. RICHIEDENTE/I


COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1	GORINI SAMUELE		
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2	PF	COD. FISCALE PARTITA IVA	A3 GRNSML73M21G843T
INDIRIZZO COMPLETO	A4	VIA PIETRONE N°1 56020 MONTECALVOLLI (PI)		
COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1	MENCIASSI ARIANNA		
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2	PF	COD. FISCALE PARTITA IVA	A3 MNC RNN 71D63 G702W
INDIRIZZO COMPLETO	A4	VIA LEOPARDI N°6 56025 PONTEDERA (PI)		
COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1	PERNORIO GIUSEPPE		
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2	PF	COD. FISCALE PARTITA IVA	A3 PRN GPP 72L17 E882L
INDIRIZZO COMPLETO	A4	VIA LIGURIA N°9 56100 PISA (PI)		
COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE	A1	STEFANINI CESARE		
NATURA GIURIDICA (PF / PG)	A2	PF	COD. FISCALE PARTITA IVA	A3 STF CSR 72E19 G702X
INDIRIZZO COMPLETO	A4	VIA TOSCO ROMAGNOLA N°1444 56012 SANT'ANNA DI CASCINA, CASCINA (PI)		

## D. INVENTORE/I DESIGNATO/I

COGNOME E NOME	D1	PERNORIO GIUSEPPE
NAZIONALITÀ	D2	ITALIANA
COGNOME E NOME	D1	STEFANINI CESARE
NAZIONALITÀ	D2	ITALIANA
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITÀ	D2	
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITÀ	D2	
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITÀ	D2	
COGNOME E NOME	D1	
NAZIONALITÀ	D2	

## F. PRIORITA'

DERIVANTE DA PRECEDENTE DEPOSITO ESEGUITO ALL'ESTERO

STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		Tipo	F2	
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4	
STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		Tipo	F2	
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4	
STATO O ORGANIZZAZIONE	F1		Tipo	F2	
NUMERO DOMANDA	F3		DATA DEPOSITO	F4	
FIRMA DEL / DEI RICHIEDENTE / I					

**PROSPETTO MODULO A**  
**DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE**

NUMERO DI DOMANDA: **FI 2004 A 000 000 8**

DATA DI DEPOSITO:

**17 FEB. 2004**

**A. RICHIEDENTE/I** COGNOME E NOME O DENOMINAZIONE, RESIDENZA O STATO ;

DARIO PAOLO, ITALIA. ACCOTO DINO, ITALIA. GORINI SAMUELE, ITALIA. MENCIASSI ARIANNA, ITALIA. PERNORIO GIUSEPPE, ITALIA  
STEFANINI CESARE, ITALIA.

**C. TITOLO**

Capsula Robotica per Applicazioni Biomediche Intracorporee

SEZIONE

CLASSE

SOTTOCLASSE

GRUPPO

SOTTOGRUPPO

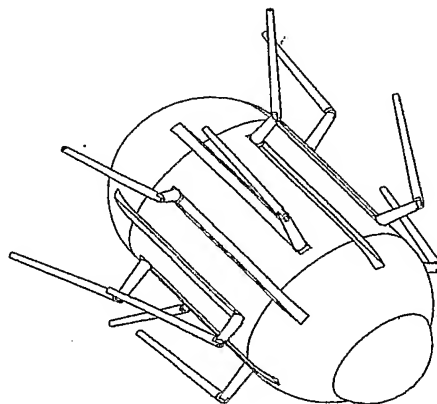
**E. CLASSE PROPOSTA**

**O. RIASSUNTO**

La capsula multi-zampe rappresenta una notevole innovazione nel settore dell'endoscopia e, in generale, della diagnostica e terapia mininvasiva. Essa consiste di un corpo centrale di dimensioni compatibili con il processo naturale di deglutizione e di un numero adeguato, comunque superiore a 2, di zampe attuate. Rispetto alle capsule endoscopiche o di monitoraggio già esistenti - la maggior parte delle quali segue le peristalsi intestinale - la capsula qui descritta si muove in modo attivo. Per questo motivo è più adatta all'endoscopia, alla diagnosi e alla terapia. Le zampe per la locomozione sono facilmente integrabili nel corpo della capsula. Il diverso coordinamento delle zampe può condurre a differenti strategie di locomozione che possono adattarsi alle più varie esigenze mediche o alle diverse geometrie del tratto intracorporeo che si va a esplorare.



**P. DISEGNO PRINCIPALE**



FIRMA DEL / DEI  
RICHIEDENTE / I

*Dario Paolo Accoto*  
*Samuele Gorini*  
*Arianna Mencassi*  
*Giuseppe Pernorio*  
*Cesare Stefanini*



## DESCRIZIONE:

L'invenzione consiste di una capsula con zampe mobili che permettono la locomozione della capsula stessa in vari distretti del corpo umano e, in particolare, nel distretto gastrointestinale. Le dimensioni tipiche della capsula e dei suoi componenti sono le seguenti:

- lunghezza del corpo capsula:  $< 5$  cm
- diametro del corpo capsula:  $< 2$  cm
- lunghezza tipica di una zampa: 2 cm

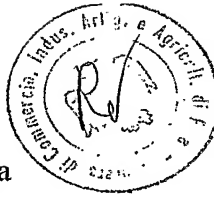
L'intero sistema di locomozione, comprendente non solo la parte di attuazione a zampe, ma anche il sistema di controllo, l'interfaccia con l'operatore e il sistema di telemetria è rappresentato in tavola 1.

Rispetto a capsule endoscopiche passive che si muovono per azione delle forze peristaltiche, la capsula proposta possiede i seguenti vantaggi:

- capacità di avanzare, tornare indietro, girare in base alle necessità diagnostiche individuate dall'operatore medico;
- capacità di fermarsi, contrastando le forze di avanzamento peristaltiche, grazie a meccanismi di bloccaggio integrati nelle zampe o alla semplice estroflessione radiale delle zampe stesse;
- adattabilità dimensionale ai diversi distretti intestinali.

Rispetto a soluzioni semiautonome di locomozione basate su un modello "inchworm" (tipiche fasi di moto di un modello inchworm: 1. ancoraggio frontale, 2. disancoraggio posteriore, 3. contrazione del corpo capsula/endoscopio, 4. ancoraggio posteriore, 5.

AM P.D. S. P. J. C.S. A



disancoraggio anteriore, 6. elongazione del corpo capsula/endoscopio, e a ripetersi da 1.), la capsula proposta possiede i seguenti vantaggi:

- accresciuta sicurezza: i corpi striscianti tipici di endoscopi semiautonimi a locomozione inchworm non possono evitare eventuali lesioni o siti patologici; le zampe, invece, permettono di "saltare" aree sospette o rischiose;
- migliore adattabilità all'ambiente di locomozione: l'estroflessione regolabile delle zampe permette alla capsula di adattarsi ai diversi diametri del distretto gastrointestinale;
- migliore controllabilità: sebbene la locomozione su zampe sia cinematicamente complessa, essa permette una migliore controllabilità di una qualunque locomozione inchworm in termini di lunghezza del passo, frequenza, traiettoria, accuratezza;
- velocità aumentate: le zampe possono agire come sistema di amplificazione degli spostamenti dei microattuatori di azionamento delle stesse generando, quindi, una maggiore velocità complessiva. I sistemi inchworm, invece, non hanno alcun meccanismo di amplificazione e il rapporto "spostamento dell'attuatore/spostamento complessivo" è 1/1.

Rispetto a soluzioni comandate esternamente tramite campi di forza (es. magnetici), l'oggetto della presente invenzione non richiede che il paziente indossi sistemi per la generazione del campo stesso, con notevoli vantaggi ergonomici. In aggiunta, il mancato ricorso a campi elettromagnetici riduce il rischio di interferenze con altri dispositivi biomedicali potenzialmente in uso dal paziente e, in generale, il rischio di effetti collaterali dovuti all'esposizione prolungata a campi elettromagnetici.

Al P.D. Sg. GP CS A

L'avanzamento della capsula, dalla deglutizione all'espulsione, prevede strategie diverse di locomozione, come verrà descritto nel seguito.

Prima della deglutizione, la capsula ha le zampe chiuse in posizione di riposo lungo il corpo. Tale posizione verrà recuperata in caso di malfunzionamento grazie a sistemi di sicurezza passivi. Le gambe possono essere rivestite da uno strato biocompatibile e biodegradabile che evita l'estroflessione accidentale delle zampe nella bocca e rende il processo di deglutizione più semplice (tavola 2, particolare 1). Quando la capsula raggiunge lo stomaco, il rivestimento, se usato, viene distrutto lasciando possibilità di movimento alle zampe. Il moto delle zampe è il risultato di macro-istruzioni che giungono per via telemetrica da un controllore esterno e di istruzioni "on board" che sono pre-programmate per l'esplorazione (tavola 1). Nello stomaco le gambe sono in posizione aperta per raggiungere la parete dell'organo stesso e per produrre abbastanza forza di propulsione. In caso di necessità, l'effetto leva della singola zampa può essere aumentato dall'eventuale attivazione di un meccanismo di afferraggio meccanico o da un sistema adesivo integrato nella zampa stessa.

Le configurazioni delle zampe durante il moto possono variare a seconda dei distretti da esplorare. Esplorato lo stomaco la capsula può procedere con le zampe semi-piegate per distretti di piccolo diametro (intestino tenue, circa 2 cm di diametro) o con le zampe quasi completamente distese per distretti di calibro maggiore (colon, circa 5 cm di diametro). Le diverse configurazioni di moto sono illustrate in tavola 3 e in tavola 4.

Il numero di zampe per ogni capsula dipende dalla velocità che si vuole raggiungere e dalla complessità del singolo passo di locomozione. Simulazioni preliminari hanno dimostrato che il numero ottimale di zampe varia da 6 a 12 (tavola 5) e che il numero di gradi di libertà di ogni zampa varia da 1 a 3. La tavola 6 illustra la sezione di uno schema di zampa con due gradi di libertà: uno in corrispondenza del ginocchio

Ad P.D. S.G. JB CS A



PI 2004 A 0 0 0 0 0 8



(particolare 1) e uno in corrispondenza della cerniera tra zampa e capsula (particolare 2). Tuttavia, il presente brevetto non è limitato dal numero di gradi di libertà implementato. In particolare, ciascuna o alcune delle zampe possono essere realizzate tramite polimeri o altri materiali elettricamente attivi che possono deformarsi in modo continuo quando immersi in campi elettrici e/o magnetici.



Augusto Mancini ssr

Pasb Levi

S

GP

C.S.A.



1. Capsula endoscopica con zampe multiple attive, caratterizzata dall'abilità di muoversi in distretti cavi del corpo umano quali il tratto gastrointestinale utilizzando diverse strategie di coordinamento delle zampe stesse.
2. Principio di locomozione attiva nel tratto gastrointestinale tramite un sistema a zampe. La locomozione attiva permette alla capsula di contrastare eventuali movimenti naturali (quali la peristalsi) e di fermarsi o procedere sia avanti che indietro.
3. Sistema di locomozione autocontenuto dal punto di vista meccanico. La capsula contiene i meccanismi di locomozione (le zampe), gli attuatori di tali meccanismi, eventuali sensori di monitoraggio dello stato di moto, un controllo di basso livello per fornire comandi semplici di moto.
4. Zampa attiva a tre gradi di libertà. La zampa ha due gradi di libertà in corrispondenza del punto di contatto con la capsula e un grado di libertà in corrispondenza del ginocchio. Eventuali implementazioni possono comprendere – per facilità realizzative – un grado di libertà attivo nel punto di contatto con la capsula e un grado di libertà passivo (giunto indebolito) in corrispondenza del ginocchio.
5. Zampa come da rivendicazione 4, in cui una o più zampe possono deformarsi in modo continuo a seguito di uno stimolo di natura elettromagnetica.
6. Capsula endoscopica come da rivendicazione 1 con rivestimento biodegradabile per il contenimento delle zampe durante il processo di deglutizione, in modo da rendere lo stesso il più possibile naturale.
7. Capsula endoscopica come da rivendicazione 1 con sistema di distacco e disgregazione delle zampe in caso di problemi di sicurezza e malfunzionamenti.

*Handwritten signatures and initials:* A.P., P.D., S.G., J.P., C.S., and a large stylized 'A'.



EVENTUALI TAVOLE:

PI 2004 A 0 0 0 0 0 8

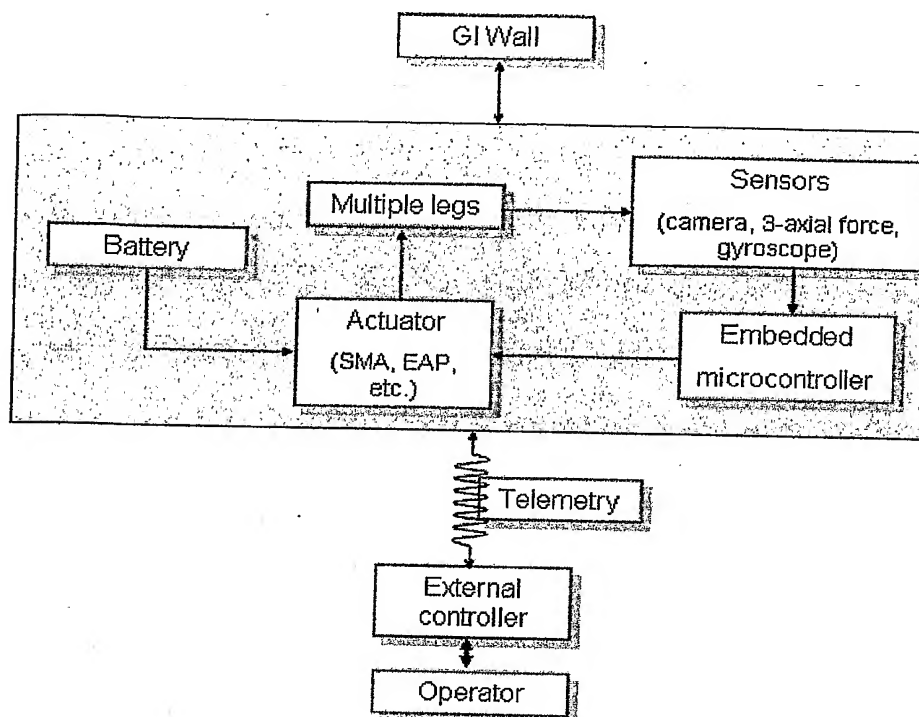


TAVOLA 1

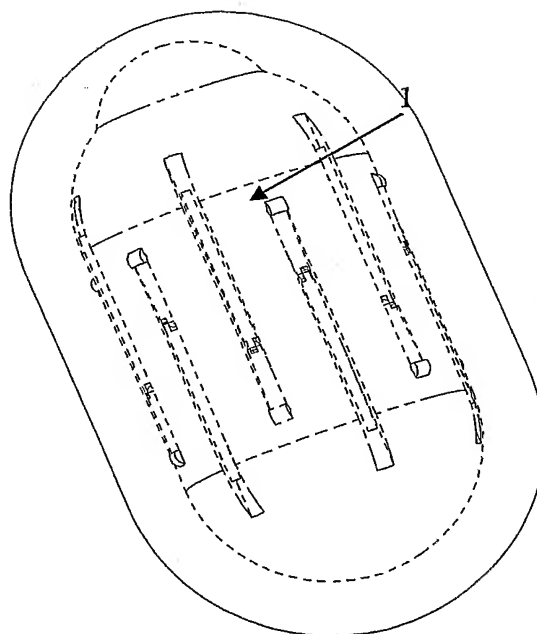


TAVOLA 2

Are P.D. S.C. *[Handwritten signatures]*

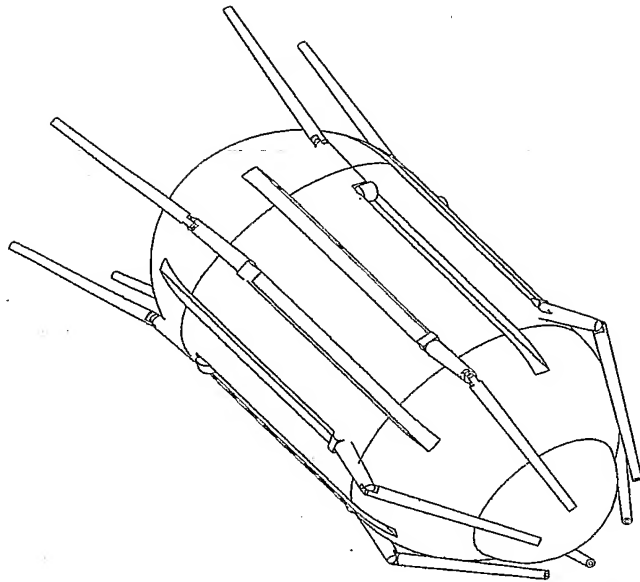
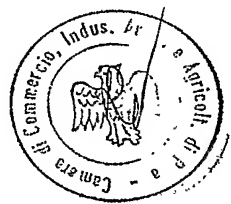


TAVOLA 3

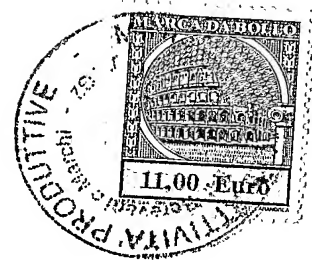
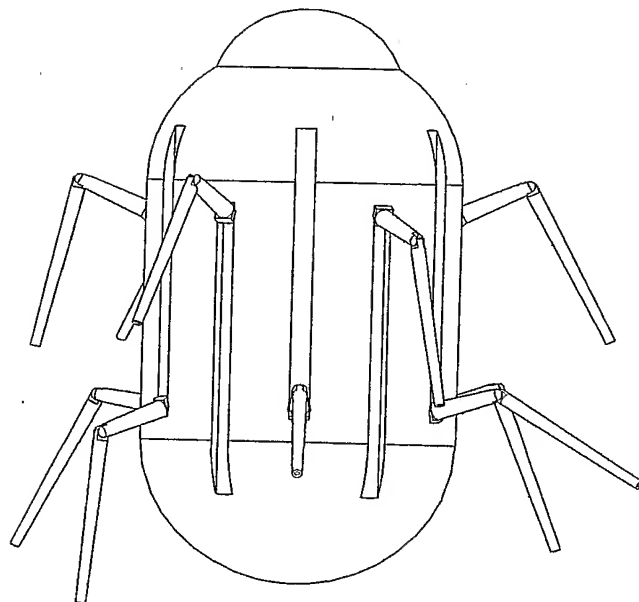


TAVOLA 4

Al P.D. S.C. P.C.S.A

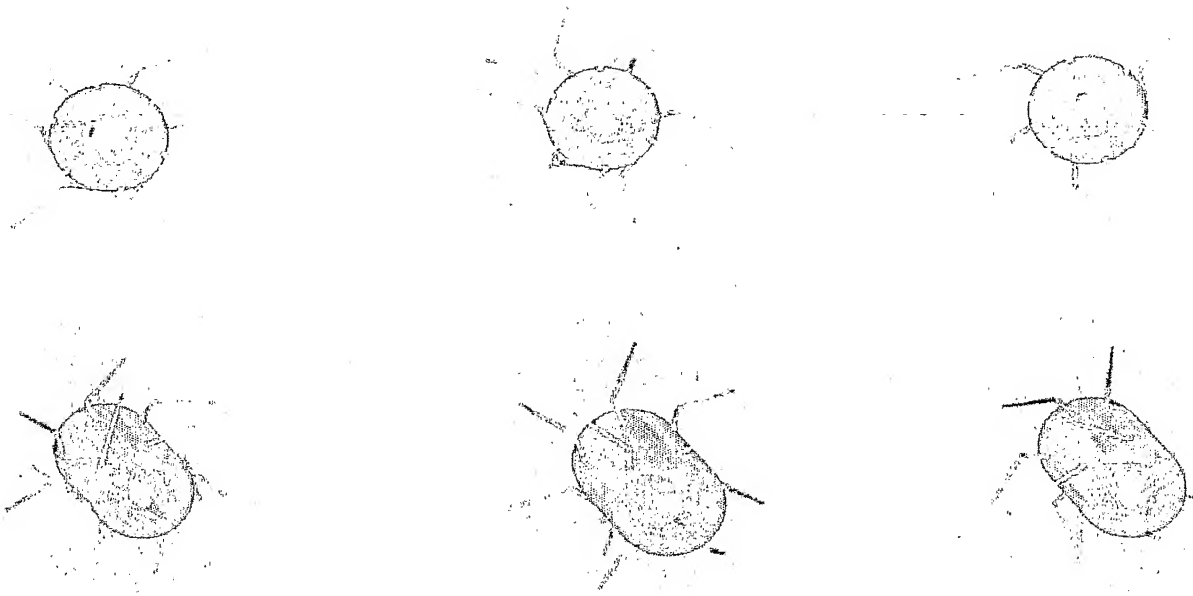


TAVOLA 5

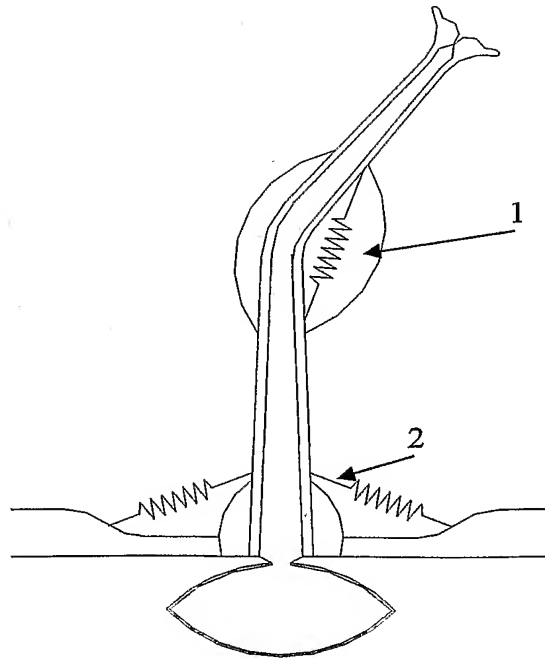


TAVOLA 6

Art. P.D. S.C. *RP* *CS* *A*